



Universidad
Zaragoza



Universidad de Zaragoza
Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Curso académico 2021/2022

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio descriptivo del patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de diferentes ejercicios dirigidos a la musculatura abdominal. Estudio piloto.

Descriptive study regarding the activation pattern of the abdominal muscles of the performance of different exercises targeting abdominal muscles. Pilot study.

Autor/a: María Cuiral Valenzuela

Tutor: Miguel Malo Urriés

Índice

| | |
|---|-----------|
| 0. Resumen/ Abstract | 5 |
| 1. Introducción | 7 |
| 2. Hipótesis y objetivos | 11 |
| 2.1. Hipótesis | 11 |
| 2.2. Objetivo principal | 11 |
| 2.3. Objetivos secundarios | 11 |
| 3. Metodología | 12 |
| 3.1. Diseño del estudio | 12 |
| 3.2. Selección de la muestra | 12 |
| 3.2.1. Criterios de inclusión y exclusión | 12 |
| 3.3. Procedimiento | 13 |
| 3.4. Análisis estadístico | 16 |
| 3.4.1. Análisis descriptivo | 16 |
| 3.4.2. Análisis comparativo | 16 |
| 4. Resultados | 17 |
| 4.1. Características de la muestra | 17 |
| 4.2. Descripción de la activación muscular contracción base | 17 |
| 4.3. Descripción de la activación muscular en Crunch | 18 |
| 4.4. Descripción de la activación muscular en Crunch homolateral | 19 |
| 4.5. Descripción de la activación muscular en Crunch contralateral | 19 |
| 4.6. Descripción de la activación muscular en plancha | 20 |
| 4.7. Descripción de la activación muscular en el ejercicio perro- pájaro | 21 |
| 4.8. Ejercicios que consiguieron la mayor activación | 21 |
| 4.8.1. Recto abdominal | 21 |
| 4.8.2. Oblicuo externo | 21 |
| 4.8.3. Oblicuo interno | 22 |
| 4.8.4. Transverso abdominal | 22 |
| 5. Discusión | 23 |
| 5.1. Activación muscular durante contracción base | 23 |
| 5.2. Activación muscular durante Crunch | 24 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 5.3. | <i>Activación muscular durante Crunch Homolateral</i> | 25 |
| 5.4. | <i>Activación muscular durante Crunch Contralateral</i> | 26 |
| 5.5. | <i>Activación muscular durante Plancha</i> | 27 |
| 5.6. | <i>Activación muscular durante ejercicio Perro-Pájaro</i> | 29 |
| 5.7. | <i>Limitaciones del estudio</i> | 31 |
| 6. | <i>Conclusión</i> | 32 |
| 7. | <i>Bibliografía</i> | 33 |
| 8. | <i>ANEXO I: Documento de consentimiento informado</i> | 39 |
| 9. | <i>ANEXO II: Hoja de información al paciente</i> | 40 |
| 10. | <i>ANEXO III: Aprobación CEICA</i> | 44 |
| 11. | <i>ANEXO IV: Declaración responsable de uso de datos pseudonimizados</i> | 45 |

- *Índice de abreviaturas*

RA: Recto Abdominal

OE: Oblicuo Externo

OI: Oblicuo Interno

TrA: Transverso del Abdomen

CB: Contracción Base

C: Crunch abdominal

CH: Crunch Homolateral

CC: Crunch Contralateral

PL: Plancha frontal

PP: ejercicio del Perro-Pájaro

US: Ultrasonido

0. RESUMEN

Introducción. La contribución de cada músculo abdominal al control del tronco varía en función de la tarea a realizar y del contexto en el que se realiza. El debilitamiento de dicha musculatura conduce a inconsistencias y desequilibrios estructurales que pueden derivar en patología, por ello el inicio temprano del ejercicio es imprescindible para fomentar una recuperación óptima de los pacientes.

Objetivos. Evaluar el patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de ejercicios específicos de la musculatura abdominal.

Metodología. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y comparativo de carácter transversal. Participaron 30 sujetos sanos a los que se les midió el grosor abdominal en reposo y durante la realización de 6 ejercicios de entrenamiento de la musculatura abdominal, para ello utilizamos el ecógrafo VScan Air en modo B y sonda convexa de frecuencias entre 2-5 MHz y profundidad máxima de 24 cm (lente de 64 x 16 mm).

Resultados. El ejercicio que más activó el Recto Abdominal (RA) fue el Crunch Homolateral (CH). El ejercicio que más activó el Oblicuo Externo (OE) fue el ejercicio perro-pájaro (PP). El ejercicio que más activó el Oblicuo Interno (OI) fue el CH. El ejercicio que más activó el Transverso del abdomen (TrA) fue el ejercicio PP.

Conclusión. El ejercicio Contracción Base (CB) fue uno de los que más activó el TrA. En Crunch (C) OE mostró una inhibición del 15,59%. Crunch Homolateral (CH) fue el que más activación mostró en RA y en OI. El ejercicio perro pájaro (PP) fue el que más activó el TrA y uno de los que más actividad consiguió en OE.

0. ABSTRACT

Introduction. The contribution of each abdominal muscle to the trunk control varies depending on the function and the context in which the task is performed. Weakening of these muscles leads to inconsistencies and structural imbalance that may result in pathology, therefore, early initiation of exercise remains indispensable to promote optimal recovery in patients.

Aims. Evaluate abdominal muscles activation pattern by performing abdominal muscle specific exercises.

Methodology. An observational, descriptive, and comparative cross-cutting study was conducted. Thirty healthy subjects participated, and their abdominal thickness was measured at rest and performing 6 abdominal muscle training exercises, using the VScap Air echograph in B mode and a convex probe with frequencies between 2.5 MHz and a maximum depth of 24 cm (64x16 mm lens).

Results. The exercise that most activated the Rectus Abdominis (RA) was the Homolateral Crunch (CH). The exercise that most activated the External Oblique (EO) was Bird-Dog exercise (PP). The exercise that most activated the Internal Oblique (IO) was CH. The exercise that most activated the Transversus Abdominis (TrA) was the PP exercise.

Conclusion. CB exercise was one of which activated the most TrA. In Crunch (C) EO showed an innibition of 15,59%. Homolateral Crunch (CH) was the one that showed more activation in RA and IO. The exercise PP was the one that most activated the TrA and one of the most that achieved more activity in EO.

1. INTRODUCCIÓN

La pared abdominal anterior está formada por tres capas^{1,2}. La capa más superficial está compuesta por la piel y los tejidos adiposos. La capa intermedia es la capa miofascial, que consta de músculos y sus envolturas fasciales. La capa profunda está formada por la fascia transversal, la grasa preperitoneal y el peritoneo parietal¹. Centrándonos en la capa intermedia, es decir, la constituida por musculatura abdominal, vemos diferentes capas musculares, estas son, el recto del abdomen (RA), que se extiende desde el último cartílago costal hasta el borde superior del pubis y está compuesto por varios cuerpos musculares separados por tres o cuatro inserciones tendinosas; y, lateralmente, los músculos oblicuo externo (OE), oblicuo interno (OI) y transverso del abdomen (TrA) que abarcan desde el borde lateral del recto hasta los flancos con tres capas superpuestas¹. La fusión de las capas fasciales de estos músculos forma tres líneas fasciales distintas: la línea alba y dos líneas semilunares². La línea alba se forma por la fusión de ambas vainas de los rectos en la línea media, abarcando el territorio desde la apófisis xifoides hasta su inserción en la sínfisis púbica². Las líneas semilunares están formadas por la unión del oblicuo externo, el oblicuo interno y el transverso del abdomen en su unión a la vaina del recto².

Las principales funciones de la musculatura abdominal son: ser responsable de producir movimiento del torso², regular la presión intraabdominal² garantizar una columna vertebral estable^{3,4} y asistir en funciones respiratorias^{4,5}. Conociendo las funciones que realizan vemos que esta musculatura está involucrada en gran parte de las tareas que realizamos, ya sea tratando de limitar el movimiento del tronco, o de sus segmentos, durante perturbaciones externas, o generando movimiento del tronco⁶.

La contribución de cada músculo al control del tronco varía en función de la tarea a realizar y del contexto en el que se realiza⁶, a pesar de ello, todos generan cierta cantidad de flexión del tronco, que rige en acuerdo con la orientación anatómica de sus fibras⁶. Estos diferentes patrones de activación muscular se deben considerar a la hora de seleccionar y prescribir ejercicio terapéutico, ya que la fuerza de contracción muscular está regulada por la totalidad de unidades motoras reclutadas, por ello se debe estudiar y conocer

el nivel de actividad de cada músculo atendiendo a la actividad que se lleve a cabo⁷.

Sabemos que el debilitamiento de la fuerza muscular conduce a inconsistencias y desequilibrio estructurales, lo que provoca irritación y tensiones persistentes en la región lumbar, consiguiendo así, una columna lumbar inestable⁸. Los patrones de desequilibrio muscular en pacientes con dolor lumbar pueden resultar igualmente en inestabilidad de la zona, dando como resultado dificultades en las habilidades de control motor funcional, como caminar o sentarse, asociando al problema cargas psicológicas, económicas y sociales⁸. Estudios previos observaron atrofia, infiltración grasa e inhibición neural del transverso del abdomen entre personas con dolor lumbar⁹. Por ello, el ejercicio de estabilización de la columna lumbar es una intervención eficaz para los pacientes con dolor de espalda e inestabilidad de la columna ya que al aumentar la presión abdominal a través de la coactivación del suelo pélvico, el diafragma y los músculos abdominales conseguimos reducir la presión sobre la columna lumbar⁸.

Así pues, no es de extrañar que el fortalecimiento muscular sea un tema clave de prevención en dolor lumbar recurrente¹⁰. Los ejercicios de estabilización del núcleo son una de las terapias más utilizadas para el tratamiento de pacientes con dicha patología y tiene como objetivo reeducar la actividad sincrónica de los músculos, reduciendo así el riesgo de lesiones y dolor¹⁰. Basados en el enfoque de aprendizaje motor, enfatizan la coactivación de los músculos estabilizadores, entre ellos, el transverso del abdomen. Esta musculatura profunda se adhiere a la fascia toracolumbar, crea un efecto de rigidez en la columna lumbar al aumentar la presión intraabdominal y brinda estabilidad segmentaria a la columna. Además, estos ejercicios pueden revertir la reestructuración relacionada con el dolor en la corteza motora, mejorar el comportamiento muscular y volver a entrenar la importante función de los músculos del tronco para el control neuromuscular de la estabilidad de la columna. Ayudan a reducir el dolor y la discapacidad, mejorar la propiocepción, modificar con éxito las deficiencias posturales y mejorar el índice de estabilidad en pacientes con dolor lumbar¹¹. Estudios previos informan de que la realización de ejercicios de estabilidad mejoran la activación y la coordinación de los músculos del tronco, mejoran la estabilidad

del segmento lumbar y reducen la sobrecarga de la columna, el dolor y la discapacidad funcional¹¹.

Por ello, inicio temprano del ejercicio es imprescindible para fomentar una recuperación óptima en pacientes con dolor lumbar crónico, ya que la adaptación motora para compensar el dolor puede alterar la distribución de la actividad dentro o entre los músculos sinérgicos, cambiar la función sensorial, alterar la excitabilidad, la organización de la corteza motora y la planificación de la respuesta motora. Estos cambios pueden aumentar la carga sobre los tejidos, causar irritaciones y cambios estructurales con el tiempo y conducir a una mayor disfunción¹¹

La correcta activación y buen tono de nuestro músculo abdominal más interno, el transverso de abdomen, es imprescindible para la prevención de lesiones, ya que constituye la faja natural del organismo, aumentando la presión intraabdominal y la tensión de la fascia toracolumbar durante su contracción y contribuyendo a la estabilidad espinal previo y durante el movimiento de extremidades superiores e inferiores¹². Varios estudios han demostrado que el entrenamiento muscular del TrA, junto con el del resto de abdominales, puede aumentar la estabilización de la articulación espinal, contribuyendo a evitar dolor lumbar crónico y, con el tiempo, crear cambios en el espesor de la pared abdominal¹². A pesar de su gran importancia, la activación de este músculo en ejercicios de entrenamiento abdominal no es tan clara un consistente en los hallazgos de estudios anteriores³.

Es por todo esto que en la actualidad el entrenamiento del núcleo central del cuerpo o *core* está siendo practicado por multitud de población, ya que se ha comprobado que aporta gran cantidad de beneficios, puesto que, al ser el centro del cuerpo, es el núcleo de partida de la cadena cinética de fuerza hacia las extremidades^{4,13} y, los movimientos de estas, requieren estabilidad del tronco y de la pelvis, por lo que la debilidad de los músculos centrales puede provocar alteraciones en el movimiento, lesiones y dolor¹⁰. Un buen control de la contracción coordinada proporcionará un efecto de rigidez que protegerá la columna vertebral de lesiones⁴.

Por otra parte, la ecografía muscular es una herramienta de detección válida para la evaluación de la activación muscular. Podemos detectar cambios patológicos en la evaluación de activación muscular que reflejan el reemplazo de grasa y la fibrosis de los músculos afectados. Es una técnica no invasiva y agradable para el paciente, que se puede utilizar fácilmente en cualquier entorno. Se ha demostrado que la ecografía muscular es una alternativa confiable a las investigaciones más invasivas como la electromiografía (EMG) en la detección de enfermedades neuromusculares en niños¹⁴. Un aumento en el grosor muscular medido con ultrasonido a menudo se interpreta como un aumento en la actividad muscular durante la contracción concéntrica porque el grosor muscular medido con ultrasonido está asociado con la actividad muscular medida con EMG⁹. El grosor del músculo, el área de la sección transversal, la longitud del fascículo y el ángulo de penetración son algunos de los parámetros que se pueden medir con esta técnica^{15,16}. Se ha demostrado que estos parámetros estructurales proporcionan información sobre la fuerza muscular y se correlacionan bien con las mediciones de fuerza¹⁶ y, además, se ha demostrado que el ultrasonido (US) puede utilizarse para medir el grosor de los músculos debido a la excelente confiabilidad intraevaluador¹⁷.

Se pretende, en el presente estudio, evaluar el patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de ejercicios específicos para dicha musculatura. Se tomarán las mediciones mediante un ecógrafo que permita evaluar el grosor muscular del transverso del abdomen, oblicuo interno, oblicuo externo y recto del abdomen. La musculatura se evaluará tanto en reposo, como durante la realización de seis ejercicios diferentes: contracción base (CB), crunch (C), crunch homolateral (CH), crunch contralateral (CC), plancha frontal (PL) y postura del perro-pájaro (PP). Es el último ejercicio el que, según la bibliografía actual, pretende conseguir una mayor activación del transverso del abdomen^{7,18}.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis

En base a los ejercicios de entrenamiento planteados, se espera obtener una activación mayor de TrA y OI en Contracción base, que RA aumente su grosor durante la realización de Crunch, que en los ejercicios de Crunch Homo y Contralateral haya mayor actividad de OI y OE, respectivamente y que durante la Plancha se engrose toda el paquete muscular abdominal. En cuanto al ejercicio del Perro-Pájaro, es el que, según la bibliografía actual, pretende conseguir una mayor activación del TrA⁷

2.2. Objetivo principal

- Evaluar el patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de ejercicios específicos de la musculatura abdominal.

2.3. Objetivos secundarios

- Evaluar el grosor muscular de transverso del abdomen, oblicuo interno, oblicuo externo y recto abdominal en reposo.
- Evaluar el grosor muscular de transverso del abdomen, oblicuo interno, oblicuo externo y recto abdominal durante la realización de ejercicios: contracción base, crunch, crunch homolateral, crunch contralateral, plancha y postura de perro-pájaro.

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y comparativo de carácter transversal con un diseño de medidas dentro del sujeto. La activación de la musculatura abdominal se registró mediante ecografía a través de una serie de ejercicios propuestos en una sola sesión que no duró más de quince minutos por participante. Se otorgó el aprobado por parte del CEICA (Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad de Aragón) previo a la realización del estudio (C.I. PI21/519).

3.2. Selección de la muestra

Treinta sujetos jóvenes se ofrecieron como voluntarios para el estudio. Todos ellos aceptaron y firmaron el consentimiento informado por escrito antes de la inclusión.

3.2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Los treinta sujetos^{19,20} cumplieron los criterios de inclusión para participar en el estudio. Dichos criterios fueron: pertenecer al rango de edad de entre dieciocho y veinticinco años, tener capacidad para realizar los ejercicios propuestos, haber leído la hoja de información al paciente y completar el consentimiento informado.

Los principales criterios de exclusión fueron la incapacidad de realizar los ejercicios propuestos y disfunción abdominal o dolor actual agudo de espalda.

El reclutamiento se llevó a cabo a través de un cartel informativo que se colgó en redes sociales, consiguiendo un total de 14 hombres y 16 mujeres. Ningún sujeto abandonó el estudio durante su realización, por lo que la muestra total fue de treinta personas.

3.3. Procedimiento

Se citó a cada sujeto un día para la toma de datos y medidas. Previo a las mediciones se verificó que los sujetos cumplieran los criterios de inclusión y exclusión para confirmar que eran válidos para el estudio. Se les explicó el objetivo y el procedimiento del estudio y se les otorgó la hoja de información al paciente y el consentimiento informado. Tuvieron que responder y rellenar una serie de datos previo a la medición, estos fueron: sexo, edad, peso y altura. Tras completar los documentos procedimos a realizar las mediciones.

Se llevó a cabo únicamente por un evaluador que fue quien situaba el ecógrafo y tomaba las medidas. Se colocó al sujeto en decúbito supino en una camilla y se comenzó con las mediciones, tomando la primera de ellas en reposo, al final de la espiración. Tras esto comenzamos con las medidas de la musculatura en los diferentes ejercicios. Para todos ellos, se colocó el transductor orientado transversalmente en el lado derecho de la pared abdominal. Utilizamos el ecógrafo VScan Air en modo B y sonda convexa de frecuencias entre 2-5 MHz y profundidad máxima de 24 cm (lente de 64 x 16 mm), ubicando la sonda a mitad de camino entre la 12ª costilla y la cresta iliaca²¹, siguiendo la línea axilar media²², para medir el grosor de los músculos OE, OI y TrA. Al finalizar esta medición, el sujeto realizó un descanso de treinta segundos³ y repitió el ejercicio, esta vez para medir la contracción del RA. Para ello, colocamos la sonda entre el margen costal y la espina iliaca anterosuperior²³ a nivel del ombligo, 2,5cm lateral a este^{3,24} y volvimos a pedir la realización del ejercicio. Se repitió el procedimiento con cada una de las posiciones diferentes, dejando al sujeto descansar, al menos un minuto, entre ejercicio y ejercicio.

Los espesores musculares de EO, IO y TrA se midieron trazando una línea perpendicular desde el borde fascial superior al inferior en la parte más gruesa del músculo⁹ y el grosor de la RA se determinó como la mayor longitud de músculo dibujando una línea perpendicular desde el centro de la imagen de ultrasonido²⁵.

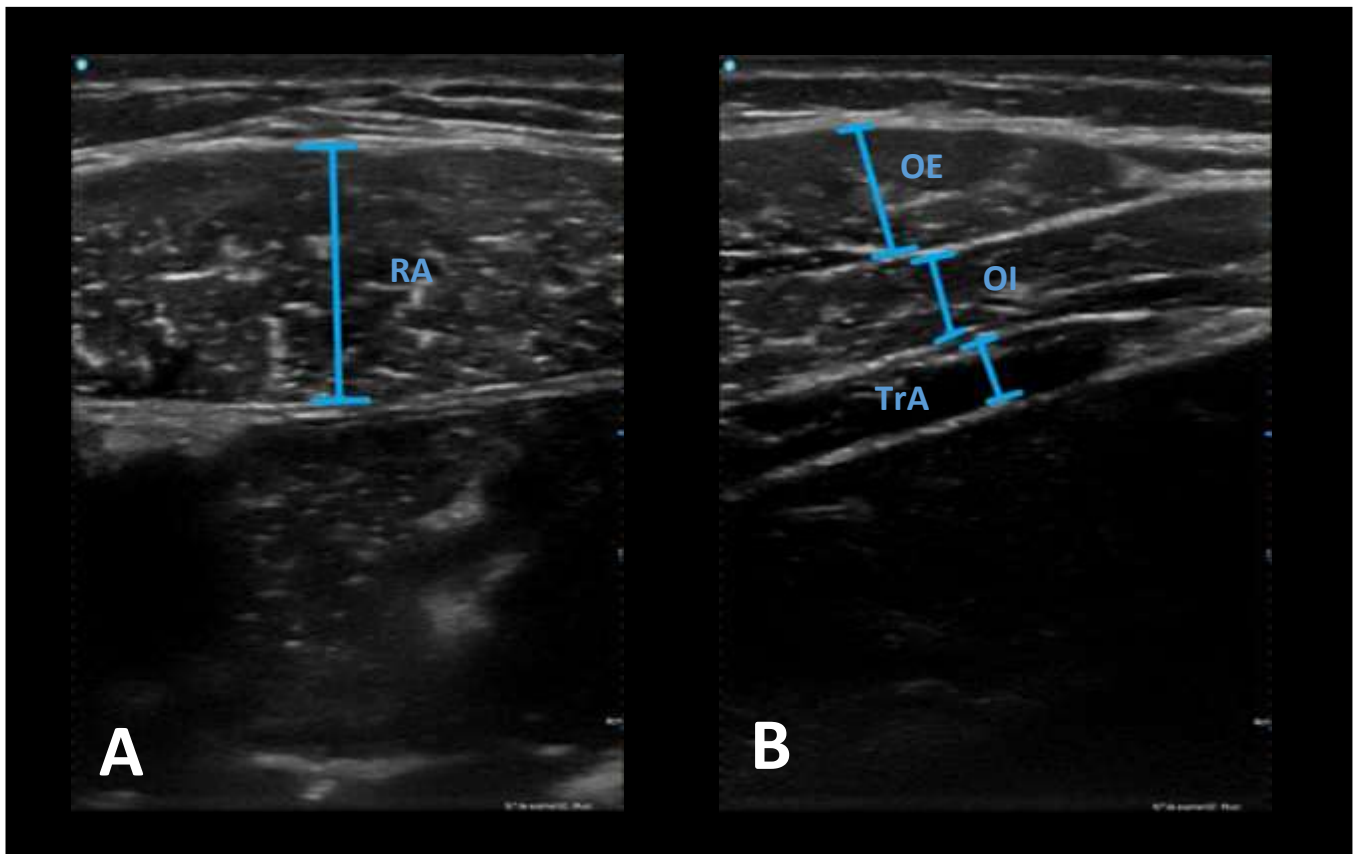


Figura 1. Imagen de la pared abdominal tomada en reposo con ultrasonido. A) RA: Recto Abdominal. B) OE: Oblicuo Externo, OI: Oblicuo Interno, TrA: Transverso del abdomen

Se repitió el procedimiento un total de seis veces, completando así las mediciones en cada ejercicio diferente:

- En reposo: colocaremos al sujeto en decúbito supino con la cadera y rodillas flexionadas, dejando los pies apoyados en la camilla, de modo que la columna lumbar quede en estado de reposo^{20,21}.
- Contracción base: manteniendo la misma posición que en el ejercicio anterior se le pedirá al sujeto que trate de meter tripa por debajo del ombligo mientras corta el pis⁷.
- Crunch: el participante está en posición supina con los pies en el suelo (separados como el ancho de las caderas) y flexión de rodillas. La parte superior del cuerpo se levanta con las manos detrás del cuello y luego se vuelve a la posición inicial⁷.

- Crunch homo/contralateral: el participante está en posición supina con los pies en el suelo (separados como el ancho de las caderas) y las rodillas flexionadas. La parte superior del cuerpo se levanta y gira hacia el lado homo/contralateral, con las manos detrás del cuello, y luego se vuelve a la posición inicial⁷.
- Plancha: el participante en posición prona con inclinación pélvica posterior y peso corporal apoyado sobre los antebrazos y pies. Los pies están separados a la anchura de los hombros y la columna vertebral mantiene su posición neutra⁷.
- Postura pájaro-perro: el participante está en una posición prona con las rodillas debajo de las caderas y las manos debajo de los hombros. El participante levanta el brazo izquierdo con una flexión de hombro de 180° y la pierna derecha con extensión de cadera⁷.
-

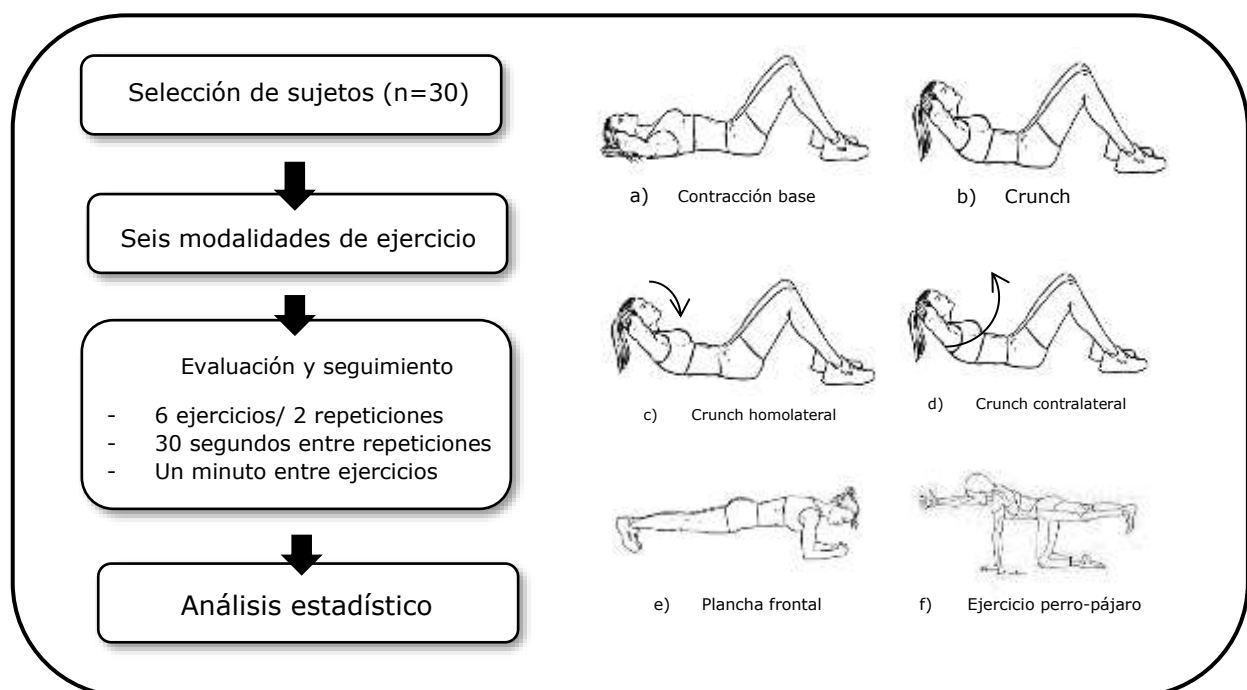


Figura 2. Diagrama de flujo del protocolo experimental y los seis ejercicios a), b), c), d), e) y f)

3.4. Análisis estadístico:

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SPSS versión 20.0 para Windows. Se estableció un nivel de confianza para el análisis de los resultados del 95%.

Atendiendo a los objetivos del estudio, el análisis de los datos se dividió en dos partes: análisis descriptivo y análisis comparativo.

3.4.1. Análisis descriptivo

En primer lugar, se realizó el análisis descriptivo de los datos. Para el análisis descriptivo de las variables cuantitativas se utilizaron los índices de tendencia central (media y mediana) y los índices de dispersión (desviación típica y los valores mínimo y máximo). Para el análisis descriptivo de las variables cualitativas, se realizó un estudio de frecuencias.

3.4.2. Análisis comparativo

Para el análisis comparativo de muestras relacionadas de variables cuantitativas, inicialmente se realizaron las pruebas de normalidad a través de los test de Kolmogorov-Smirnov. Si las muestras a comparar se distribuyen de forma normal, se utilizará la prueba T de Student para muestras relacionadas y el test estadístico ANOVA de medidas repetidas. Estas pruebas contrastan la hipótesis nula de que las dos poblaciones de las que proceden los grupos tienen idéntica media. Si las muestras a comparar no se distribuyen de forma normal o son ordinales, se utilizarán los tests no paramétrico T-de Wilcoxon y test de Friedman. La hipótesis nula que se somete a comprobación afirma que las respuestas tienen la misma distribución de probabilidad o distribuciones con la misma mediana. En el caso que se rechazase la hipótesis

Para el análisis comparativo de variables cualitativas nominales, se utilizó el test de chi cuadrado de Pearson. La hipótesis nula de este test señala que la proporción de un grupo es similar a la del otro grupo.

4. RESULTADOS

4.1. Características de la muestra.

En este estudio se incluyeron datos de un total de 30 participantes. La muestra estaba formada por 14 hombres (46,7%) y 16 mujeres (53,3%) con edades comprendidas entre los 18 y los 25 años, siendo la media de 21,63 (1,159). La altura media de los participantes fue de 1,71cm (0,09) y el peso medio fue de 66,95kg (12,32).

Tabla 1. Datos demográficos

| VARIABLES | MÍNIMO | MÁXIMO | MEDIA (DT) |
|---------------|--------|--------|---------------|
| EDAD | 21 | 25 | 21,63 (1,159) |
| ALTURA | 1,57 | 1,88 | 1,71 (0,09) |
| PESO | 46 | 90 | 66,95 (12,32) |

4.2. Descripción de la activación muscular en contracción base.

Tabla 2. Comparación de valores en Contracción base

| Músculo | Reposo | Contracción Base | Porcentaje | p |
|------------------------|--------------|---------------------|------------|------|
| <i>Recto abdominal</i> | 11,41 (2,59) | 11,42 (2,63) | 100,54% | ,919 |
| <i>Oblicuo externo</i> | 6,07 (1,68) | 6,09 (1,49) | 103,48% | ,952 |
| <i>Oblicuo interno</i> | 9,08 (3,63) | 10,59 (5,16) | 114,64% | ,001 |
| <i>Transverso</i> | 3,98 (1,21) | 6,28 (2,21) | 159,97% | ,000 |

Durante el ejercicio de Contracción Base, el recto abdominal no mostró cambio estadísticamente significativo ($p=0,919$), pasando de 11,41mm a 11,42mm de grosor en contracción. Igualmente, el oblicuo externo no obtuvo cambios estadísticamente significativos ($p=0,952$), pasando de 6,07mm en reposo a 6,09mm de grosor en contracción, lo que supone un 103,48% de activación. El oblicuo interno, sin embargo, sí mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p=0,001$), pasando de 9,08mm a 10,59mm de grosor en contracción, lo que supone un 114,64% de activación. El transverso

del abdomen también mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 3,98mm a 6,28mm de grosor en contracción, lo que supone un 159,97% de activación.

4.3. Descripción de la activación muscular en Crunch.

Tabla 3. Comparación de valores en Crunch.

| <i>Músculo</i> | <i>Reposo</i> | <i>Crunch</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>p</i> |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------|----------|
| <i>Recto abdominal</i> | 11,41 (2,59) | 12,73 (2,77) | 112,54% | ,000 |
| <i>Oblicuo externo</i> | 6,07 (1,68) | 5,08 (1,58) | 84,41% | ,000 |
| <i>Oblicuo interno</i> | 9,08 (3,63) | 11,58 (5,38) | 126,61% | ,000 |
| <i>Transverso</i> | 3,98 (1,21) | 5,04 (2,09) | 127,73% | ,001 |

Durante el ejercicio de Crunch, el recto abdominal mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 11,41 mm a 12,73 mm de grosor en contracción, lo que supone un 112,54% de activación. Sin embargo, el oblicuo externo mostró una disminución del grosor estadísticamente significativa ($p<0,001$), pasando de 6,07mm a 5,08mm de grosor en contracción, lo que supone un 15,59% menos de activación con respecto al reposo. El oblicuo interno mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 9,08mm en reposo a 11,58mm de grosor en contracción, que equivale a un 126,61% de activación. Igualmente, el transverso del abdomen mostró un aumento del grosor estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 3,98mm a 5,04mm de grosor en contracción, lo que supone un 127,73% de activación.

4.4. Descripción de la activación muscular en Crunch Homolateral.

Tabla 4. Comparación de valores en Crunch homolateral.

| <i>Músculo</i> | <i>Reposo</i> | <i>Crunch Homo</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>p</i> |
|------------------------|---------------|--------------------|-------------------|----------|
| <i>Recto abdominal</i> | 11,41 (2,59) | 14,39 (3,72) | 126,60% | ,000 |
| <i>Oblicuo externo</i> | 6,07 (1,68) | 5,70 (1,72) | 98,04% | ,320 |
| <i>Oblicuo interno</i> | 9,08 (3,63) | 13,68 (6,03) | 151,91% | ,000 |
| <i>Transverso</i> | 3,98 (1,21) | 6,24 (2,29) | 159,34% | ,000 |

Durante el ejercicio Crunch Homolateral, el recto abdominal mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 11,41mm a 14,39mm de grosor en contracción, lo que supone un 126,60% de activación. El oblicuo externo no mostró cambio estadísticamente significativo ($p = 0,320$) pasando de 6,07mm a 5,70mm de grosor en contracción, lo que supone que el nivel de activación disminuyó un 2% con respecto al reposo. El oblicuo interno mostró cambio estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 9,08mm a 13,68mm de grosor en contracción, lo que supuso un 151,91% de activación. El transverso del abdomen también mostró engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 3,98mm a 6,24mm de grosor en contracción, lo que supone un 159,34% de activación.

4.5. Descripción de la activación muscular en Crunch Contralateral.

Tabla 5. Comparación de valores en Crunch contralateral.

| <i>Músculo</i> | <i>Reposo</i> | <i>Crunch Contra</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>p</i> |
|------------------------|---------------|----------------------|-------------------|----------|
| <i>Recto abdominal</i> | 11,41 (2,59) | 13,96 (3,70) | 122,49% | ,000 |
| <i>Oblicuo externo</i> | 6,07 (1,68) | 6,07 (1,92) | 104,54% | 1,000 |
| <i>Oblicuo interno</i> | 9,08 (3,63) | 10,02 (4,05) | 110,87% | ,015 |
| <i>Transverso</i> | 3,98 (1,21) | 4,77 (2,25) | 119,53% | ,016 |

Durante el ejercicio Crunch Contralateral, el recto abdominal mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 11,41mm a 13,96mm de grosor en contracción, lo que supone un 122,49% de activación. El oblicuo externo no obtuvo un cambio estadísticamente significativo ($p=1,000$) ya que los resultados obtenidos fueron iguales, tanto para el reposo como para la contracción (6,07mm). El oblicuo interno mostró engrosamiento estadísticamente significativo ($p=0,015$), pasando de 9,08mm a 10,02mm de grosor en contracción, lo que supone un 110,87% de activación. El transverso del abdomen también mostró cambio estadísticamente significativo ($p=0,016$), pasando de 3,98mm a 4,77mm de grosor en contracción, lo que supone un 119,53% de activación.

4.6. Descripción de la activación muscular en Plancha.

Tabla 6. Comparación de valores en Plancha.

| <i>Músculo</i> | <i>Reposo</i> | <i>Plancha</i> | <i>Porcentaje</i> | <i>p</i> |
|------------------------|---------------|----------------|-------------------|----------|
| <i>Recto abdominal</i> | 11,41 (2,59) | 13,96 (3,32) | 123,04% | ,000 |
| <i>Oblicuo externo</i> | 6,07 (1,68) | 7,92 (2,65) | 134,26% | ,000 |
| <i>Oblicuo interno</i> | 9,08 (3,63) | 9,53 (3,28) | 108,24% | ,210 |
| <i>Transverso</i> | 3,98 (1,21) | 4,28 (2,28) | 106,77% | ,400 |

En el ejercicio de Plancha, el recto del abdomen mostró engrosamiento estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 11,41mm a 13,96mm en contracción, lo que supuso un 123,04% de activación. El oblicuo externo mostró cambio estadísticamente significativo ($p<0,001$), pasando de 6,07mm en reposo a 7,92mm en contracción, suponiendo un 134,26% de activación. El oblicuo interno, sin embargo, no mostró un aumento del grosor estadísticamente significativo ($p=0,210$), pasando de 9,08mm a 9,53mm de grosor en contracción, lo que supuso un 108,24% de activación. El transverso del abdomen tampoco obtuvo cambio estadísticamente significativo ($p=0,400$), pasando de 3,98mm a 4,28mm de grosor en contracción, suponiendo un 106,77% de activación.

4.7. Descripción de la activación muscular en el ejercicio Perro-Pájaro.

Tabla 7. Comparación de valores en el ejercicio Perro-Pájaro.

| Músculo | Reposo | P-P | Porcentaje | p |
|-----------------|--------------|--------------|------------|------|
| Recto abdominal | 11,41 (2,59) | 13,57 (2,63) | 121,04% | ,000 |
| Oblicuo externo | 6,07 (1,68) | 7,92 (2,48) | 134,31% | ,000 |
| Oblicuo interno | 9,08 (3,63) | 9,79 (3,79) | 112,62% | ,140 |
| Transverso | 3,98 (1,21) | 6,12 (2,44) | 160,08% | ,000 |

En el ejercicio en cuadrupedia, el recto del abdomen mostró engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 11,41mm a 13,57mm de grosor en contracción, lo que supuso un 121,04% de activación. El oblicuo externo también mostró un aumento del grosor estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 6,07mm a 7,92mm en contracción, suponiendo un 134,31% de activación. El oblicuo interno no mostró cambio estadísticamente significativo ($p = 0,140$), pasando de 9,08mm a 9,79mm de grosor en contracción, lo que supone un 112,62% de activación. El transverso del abdomen si mostró un engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$), pasando de 3,98mm a 6,12 mm de grosor en contracción, lo que supuso un 160% de activación.

4.8. Ejercicios que consiguieron la mayor activación

4.8.1. Recto abdominal

El ejercicio que más activó el músculo recto abdominal fue el CH, que ha sido significativamente superior a C ($p < 0,001$) y CB ($p < 0,001$) y no ha sido significativamente superior a CC (0,084), PL ($p = .283$) y PP ($p = 0,276$).

4.8.2. Oblicuo externo

Los ejercicios que más activaron el oblicuo externo fueron el ejercicio de la plancha y el ejercicio del perro-pájaro. Es este último ejercicio el que fue

significativamente superior a CB ($p > 0,001$), C ($p = 0,038$), CH ($p = 0,003$), CC ($p > 0,001$) y también a PL ($p = 0,004$).

4.8.3. Oblicuo interno

El ejercicio que más activó el oblicuo interno fue el CH, que ha sido significativamente superior a C ($p = 0,033$) y no fue significativamente superior a CB ($p = 0,155$), CC ($p = 0,118$), PL ($p = 0,421$) y PP ($p = 0,448$).

4.8.4. Transverso abdominal

Los ejercicios que más activaron el transverso del abdomen fueron CB, CH y PP. Es el último ejercicio el que más activación consiguió, siendo significativamente superior a PL ($p = 0,008$) y no siendo significativamente superior a CB ($p = 0,505$), C ($p = 0,755$), CC ($p = 0,927$) y CH ($p = 0,472$).

5. DISCUSIÓN

5.1. Activación muscular durante contracción base

Los resultados mostraron engrosamiento estadísticamente significativo ($p=0,001$) en la musculatura OI, pasando de 9,08mm a 10,59mm de grosor en contracción, y en TrA ($p<0,001$), pasando de 3,98mm a 6,28mm de grosor en contracción. Por el contrario, los músculos RA y OE no mostraron cambios estadísticamente significativos.

Estos resultados son similares a los de estudios encontrados, al tratarse la CB de un ejercicio de estabilidad central, vemos mayor activación de la musculatura profunda estabilizadora. El estudio de Hlaing et al. (2021) que comparó los efectos de dos regímenes de ejercicio diferentes: ejercicios de estabilidad central (CSE) y ejercicios de fortalecimiento, sobre la propiocepción, el equilibrio, el grosor muscular y los resultados relacionados con el dolor en pacientes con dolor lumbar inespecífico subagudo, concluyó que los (CSE) basados en el enfoque de aprendizaje motor, enfatizan la coactivación de los músculos profundos. Estos músculos se adhieren a la fascia toracolumbar, creando un efecto de rigidez en la columna lumbar al aumentar la presión intraabdominal y brindan estabilidad segmentaria a la columna¹¹.

Los músculos abdominales profundos están propuestos para contribuir a la estabilización lumbar, Shamsi et al. (2016) que compararon ejercicios de estabilidad central y entrenamiento general utilizando imágenes de ultrasonido para medir el grosor de los músculos estabilizadores profundos y principales de tronco en dolor lumbar crónico no específico proponen un aumento del espesor de TrA, como índice de fuerza y de activación neuromuscular para obtener beneficios en pacientes con dolor lumbar, utilizando programas de fortalecimiento de estabilizadores del núcleo central, dentro de los cuales podríamos incluir el ejercicio CB²⁶.

Desde el punto de vista biomecánico, el transverso del abdomen y los oblicuos internos son los músculos locales ubicados en las capas profundas del abdomen que brindan estabilidad al conectar la pelvis y la caja torácica con la fascia espinal. Esta musculatura local se contrae antes que los músculos globales para mantener la estabilidad proximal, brindando apoyo a las

acciones de los músculos globales²⁷. Por otro lado, es previsible la poca actividad de OE y RA durante la realización de este ejercicio, ya que atendiendo a su naturaleza, no requiere movimientos amplios ni potentes y esta musculatura está clasificada dentro de los músculos globales, encargados de generar fuerza y potencia durante los grandes movimientos de tronco²⁸.

5.2. Activación muscular durante Crunch

Los resultados mostraron engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en la musculatura RA, igualmente se encontró cambio estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en OE, en OI y en TrA.

Los resultados son similares a los de estudios encontrados, Olivia-Lozano et al. (2020) que realizaron un estudio que revisó sistemáticamente la literatura actual sobre la actividad electromiografica en seis músculos centrales (recto abdominal, oblicuo interno y externo, transverso del abdomen, multifido lumbar y erector espinal) durante ejercicios de acondicionamiento físico en adultos sanos, demostró que la mayor activación de la musculatura abdominal dentro de los ejercicios tradicionales de entrenamiento abdominal se encontró en el ejercicio Crunch con flexión de cadera de 90°, a diferencia del presente estudio que se realizó con flexión de cadera de entre 60-45°. Este estudio también afirmó que generar inestabilidad en la parte superior del cuerpo requeriría una mayor activación de RA para mantener el control postural y además encontró la mayor activación EMG de RA dentro de los ejercicios de core tradicionales en el ejercicio Crunch con flexión de cadera de 60° y flexión de rodilla de 90°, resultados que coinciden con los de nuestro estudio⁷.

Por esta gran activación de RA podría aparecer la inhibición de la musculatura oblicua externa, ya que es un músculo global y su principal función es la creación de potencia y grandes movimientos, su activación es necesaria para realizar el levantamiento de la zona superior del tronco²⁷. Resultados que concuerdan con los obtenidos en el estudio de Nakai et al. (2021) cuyo propósito fue examinar la actividad de los músculos abdominales y de la cadera durante el ejercicio que desarrollaron, y comparar esta actividad

durante dos ejercicios tradicionales de estabilización del tronco, usando electromiografía de superficie (EMG) que mostró que la actividad muscular bajo la condición ``Abdominal Crunch`` fue baja para el oblicuo externo²⁹.

Resulta previsible la gran activación de OI y TrA ya que para un movimiento biomecánico eficaz que minimice la carga articular, la estabilización proximal debe preceder al movimiento de las extremidades distales. Ambos músculos locales han de contraerse previos a la contracción de músculos globales para mantener la estabilidad proximal, brindando así apoyo a las acciones de los músculos globales²⁷, es por esto que previo al levantamiento del torso, aparece una contracción de la musculatura profunda estabilizadora.

5.3. Activación muscular durante Crunch Homolateral

Los resultados mostraron cambio estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en RA, pasando de 11,41mm a 14,39mm de grosor en contracción. Igualmente hubo engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en OI y en TrA, pasando de 9,08mm a 13,68mm de grosor en contracción y de 3,98mm a 6,24mm de grosor en contracción, respectivamente. El OE, sin embargo, no mostró engrosamiento estadísticamente significativo. Además, los resultados sugieren el mayor engrosamiento durante este ejercicio en la mayor parte de la musculatura de la pared (RA, OI y TrA).

La gran activación de TrA y OI es consistente con los hallazgos de otros estudios. En el ensayo realizado por Kim y Yim (2020) que propusieron examinar los efectos de los ejercicios de estabilidad central (CSE) y los ejercicios de estiramiento de los músculos de la cadera sobre la función física (es decir, dolor, inestabilidad, flexibilidad de los músculos de la cadera) de pacientes con dolor lumbar no específico (NSLBP) y sobre la actividad (es decir, discapacidad, equilibrio, calidad de vida), determinaron que el control del movimiento de rotación de la columna vertebral es una variable importante para la estabilidad de la espalda baja y, por lo tanto, el transverso del abdomen, el multífido y los estabilizadores profundos se contraen sinérgicamente para controlar el movimiento de rotación de la columna, por lo que, es de esperar que durante la realización de este ejercicio veamos engrosamiento de la musculatura³⁰.

El estudio realizado por Shamsi et al. (2016) cuyo principal objetivo fue comparar los ejercicios de estabilización central (CSE) y los ejercicios de entrenamiento general (GE) utilizando imágenes por ultrasonido para la medición del espesor de los músculos estabilizadores profundos del tronco y músculos globales en lumbalgia crónica inespecífica afirmó que el recto anterior es naturalmente un músculo generador de torsión de tronco, por lo que sería de esperar una gran activación durante la realización del crunch homolateral²⁶.

Desde el punto de vista biomecánico-anatómico es previsible la poca actividad del OE durante la realización del ejercicio. El músculo oblicuo externo se inserta en la cara externa y borde inferior de las siete u ocho últimas costillas, expandiéndose como un abanico en dirección hacia abajo, adelante y adentro³¹. Por la dirección de sus fibras la función de la musculatura ante una contracción aislada sería la rotación contralateral de tronco, por lo que es de esperar que no veamos engrosamiento de la musculatura en los resultados del estudio.

5.4. Activación muscular durante Crunch Contralateral

Los resultados mostraron cambio estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en RA, pasando de 11,41mm a 13,96mm de grosor en contracción. El OI y el TrA también obtuvieron engrosamiento estadísticamente significativo, pasando de 9,08mm a 10,02mm de grosor en contracción y de 3,98mm a 4,77mm de grosor en contracción, respectivamente. Por el contrario, el OE no mostró cambio estadísticamente significativo ($p = 1,000$).

Desde el punto de vista biomecánico-anatómico resulta sorprendente la poca actividad del OE durante la realización del ejercicio. El músculo oblicuo externo se inserta en la cara externa y borde inferior de las siete u ocho últimas costillas, expandiéndose como un abanico en dirección hacia abajo, adelante y adentro³¹, por lo que su función principal sería acercar las costillas a la línea media.

La revisión realizada por Huxel Bliven et al. (2013) que realizó búsquedas en PubMed de estudios epidemiológicos, biomecánicos y clínicos de la estabilidad

central para la prevención de lesiones con objetivo de revisar artículos relacionados con los factores de riesgo de estabilidad del núcleo, la evaluación y la capacitación expuso que según la clasificación funcional de la musculatura central, los estabilizadores locales se reclutan antes que los estabilizadores y movilizadores globales más grandes²⁸. Atendiendo a la naturaleza del ejercicio, es consistente con los hallazgos de estudios previos el engrosamiento de TrA que proporcione una buena estabilidad antes de realizar el levantamiento contralateral del torso.

Además, esta revisión separó la musculatura global del núcleo en dos subgrupos, los músculos estabilizadores (oblicuos internos y externos, entre otros) y los movilizadores (recto abdominal, entre otros). Propuso que los estabilizadores generan fuerza de forma excéntrica para controlar el movimiento en todo el rango, mientras que los movilizadores aceleran concéntricamente el movimiento en todo el rango²⁸. Es probable que, debido a esa clasificación de la musculatura global, aparezca menor engrosamiento de OE y OI debido a que generan fuerza de forma excéntrica. Sin embargo, en RA, al ser un músculo global movilizador generador de fuerza concéntrica, aparece un engrosamiento más claro durante la realización del ejercicio.

Los hallazgos del presente estudio no coinciden con la explicación anatómica, por lo que serían necesarias más investigaciones con mayor número de población para determinar si realmente el ejercicio genera tanta activación del OE como se viene pensando hasta ahora.

5.5. Activación muscular durante Plancha

Los resultados mostraron engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) de RA y de OE, pasando de 11,41mm a 13,96mm en contracción y de 6,07mm en reposo a 7,92mm en contracción, respectivamente. Por otro lado, OI y TrA no obtuvieron cambio estadísticamente significativo.

Estudios previos muestran resultados similares, la revisión sistemática realizada por Olivia-Lozano et al. (2020) sobre la actividad electromiográfica en seis músculos centrales (recto abdominal, oblicuo interno y externo, transverso del abdomen, multífido lumbar y erector espinal) durante

ejercicios de acondicionamiento físico en adultos sanos, mostró que la plancha frontal fue uno de los ejercicios de estabilidad central que más activó el RA. Además, añadió que la plancha con peso adicional (20% del peso corporal) también mostró el mayor mV en la electromiografía. Igualmente, la revisión afirmó que la plancha frontal con aducción escapular e inclinación pélvica posterior era uno de los ejercicios de estabilidad central que podría recomendarse para desarrollar el OI, ya que mostró el porcentaje de activación más alto⁷, resultados que no coinciden con los de nuestro estudio. Esto podría ser porque este ejercicio requiere un gran control muscular interno⁷, el cual no se tuvo en cuenta para la selección de la muestra del estudio.

El estudio de Nakai et al. (2021) cuyo propósito fue examinar la actividad de los músculos abdominales y de la cadera durante el ejercicio que desarrollaron, y comparar esta actividad durante dos ejercicios tradicionales de estabilización del tronco, usando electromiografía de superficie (EMG) mostró que, durante el ejercicio de la plancha, el OE obtuvo mayor activación que el OI, concretamente un 34% de activación para OE y un 26% de activación para OI²⁹.

Un estudio realizado por Valentin et al. (2016) cuyo propósito fue comparar el rango de movimiento de la columna vertebral y la activación muscular entre humanos sanos y ovejas durante ejercicios de movimiento espinal activos obtuvo en sus resultados que el RA en cuadrúpedos particularmente importante ya que requiere un trabajo relativamente mayor para contrarrestar los efectos de la gravedad en el abdomen y que debido a su largo brazo de palanca y su estrecha asociación con la línea alba, al ser una banda de tracción pasiva, ofrece soporte al tronco y al abdomen³². Resultados que asemejan con los de nuestro estudio, ya que, al ser la plancha un ejercicio con un apoyo en cuatro puntos que deja al abdomen en una posición de soportar el propio peso y la fuerza de gravedad es similar a la biomecánica de mamíferos cuadrúpedos.

Por último, el estudio realizado por Ekstrom et al. (2007) cuyo objetivo fue identificar ejercicios que podrían usarse para el desarrollo de la fuerza y cuáles serían más apropiados para el entrenamiento de resistencia o estabilización consiguió resultados similares a nuestro estudio en el análisis

de la musculatura implicada en el ejercicio de plancha, reflejando ligeramente mayor activación de OE que de RA³³.

5.6. Activación muscular durante el ejercicio perro-pájaro

Los resultados mostraron engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) en RA, pasando de 11,41mm a 13,57mm de grosor en contracción. El OE también mostró cambio estadísticamente significativo ($p < 0,001$) pasando de 6,07mm a 7,92mm en contracción. Por último, el TrA mostró igualmente engrosamiento estadísticamente significativo ($p < 0,001$) pasando de 3,98mm a 6,12 mm de grosor en contracción. Por otro lado, el OI fue el músculo que no tuvo cambio estadísticamente significativo.

Los hallazgos encontrados se asimilaran a conclusiones de estudios previos. El estudio realizado por Prentice et al. (2021) que tuvo como objetivos: evaluar, en población sana y en población con dolor lumbar, 1) la confiabilidad del ultrasonido para el diagnóstico del espesor de la pared abdominal mediante metaanálisis, 2) la confiabilidad de las variables ecográficas para el diagnóstico del espesor de la pared abdominal mediante revisión sistemática, y 3) proponer un protocolo de ultrasonido para la pared abdominal utilizando variables asociadas a una excelente fiabilidad (coeficiente de correlación intercalase > 0.9) afirmó que el transverso del abdomen se contrae antes del movimiento de las extremidades superiores e inferiores, contribuyendo así a la estabilidad espinal mediante el aumento de la presión intraabdominal y la tensión de la fascia toracolumbar¹². Atendiendo a la ejecución del ejercicio, es lógico pensar que tiene que aparecer una buena contracción del transverso para garantizar la estabilidad de la columna lumbar durante el levantamiento del miembro superior e inferior.

Igualmente, el ensayo realizado por Narouei et al. (2020) cuyo objetivo fue determinar los efectos de 4 semanas de ejercicios de estabilización del núcleo en los músculos clave del tronco y la cadera en pacientes con dolor crónico lumbar no específico (hipotetizando que los ejercicios de estabilización aumentarían el espesor muscular y la activación, reduciendo el dolor y la discapacidad) mostró que los movimientos de las extremidades superiores e inferiores, requerían previamente una estabilidad del tronco y la pelvis, por

lo que sería necesaria la activación de la musculatura abdominal¹⁰, como bien encontramos en nuestros resultados.

Otro estudio realizado por Park et al. (2022) cuyo objetivo fue comparar los cambios de espesor del recto abdominal, oblicuo externo, oblicuo interno y transversos del abdomen después de la contracción abdominal máxima y la maniobra de vaciado abdominal e investigar su efecto inmediato sobre la estabilidad del núcleo en adultos sanos informó que el ejercicio central, combinado con movimiento de las extremidades inferiores mejora la co-contracción de la musculatura abdominal²⁵.

Algunos autores, entre ellos Da Cuña-Carrera et al. (2021) que realizaron un estudio experimental transversal cuyo propósito fue analizar el grosor de los músculos abdominales con imágenes de ultrasonido en reposo y durante la realización de ejercicios hipopresivos en posición supina y de pie indicaron que existe una falta de consenso sobre si el oblicuo interno pertenece al grupo de estabilizadores profundos de la columna lumbar, ya que en los resultados del estudio mostraron que la musculatura no cambiaba su grosor al cambiar de posición de reposo a supino, como sí lo hace el transversos del abdomen³⁴. Esto podría justificar la ausencia de cambio de grosor del OI durante la realización del ejercicio, ya que las conexiones entre abdominales a través de fuertes redes de tejido conectivo capaces de transmitir la fuerza entre todo el tejido muscular e influir en los músculos circundantes parece no ser tan clara ni consistente entre diferentes autores.

Por último, el estudio realizado por Olivia-Lozano et al. (2020) sobre la actividad electromiográfica en seis músculos centrales (recto abdominal, oblicuo interno y externo, transversos del abdomen, multífido lumbar y erector espinal) durante ejercicios de acondicionamiento físico en adultos sanos mostró en sus resultados que el ejercicio del perro-pájaro fue el que provocó mayor actividad EMG en el TrA, resultados que coinciden con nuestro estudio, pudiéndose deber a que el transversos es un estabilizador primario del tronco que modula la presión intraabdominal, la tensión de la fascia toracolumbar y la compresión de las articulaciones sacroilíacas. Además, esta revisión mostró que los ejercicios unilaterales mostraban mayor actividad de OE, debido al efecto contralateral del músculo en la estabilización del núcleo y el balanceo postural al realizar los ejercicios⁷. Resultados que coinciden con los de nuestro

estudio, ya que al levantar los miembros superior e inferior se crea un momento de desequilibrio postural que ha de ser contrarrestado con la musculatura estabilizadora.

5.7. Limitaciones del estudio

Este estudio presentó varias limitaciones. Primero, se trata de un estudio piloto por lo tanto está pensado para detectar posibles fallos o problemas del estudio, no para descontextualizar resultados. No puede generalizarse a otras poblaciones, porque todos los sujetos eran adultos sanos. Además, el tamaño de la muestra fue demasiado pequeño y el rango de edad fue de 21 a 25 años, lo que resulta una muestra no representativa para extrapolar los resultados.

Por otro lado, fue un único evaluador quien tomó las medidas a los participantes y no estaba cegado para llevar a cabo el registro de las imágenes ultrasonográficas, lo que podría haber sesgado los resultados. Además, el evaluador tomó únicamente una medición para cada músculo, lo que también puede derivar en errores de medición.

Otra limitación fue que sólo se registró en las mediciones el lado derecho de todos los participantes, sin tener en cuenta la dominancia ni la activación del lado contrario.

Por último, la ecografía proporciona imágenes fiables y de alta calidad de la pared abdominal, pero el aumento de grosor parece no ser suficiente para asegurar la activación del músculo. Estudios previos reportaron una alta correlación entre la activación y el aumento de espesor, medido por electromiografía y ultrasonido respectivamente. Sin embargo, la combinación de ambas técnicas probablemente proporcionaría resultados más consistentes, además de incluir otras variables de las características arquitectónicas de los músculos³⁴.

A pesar de las limitaciones del presente estudio, puede ser un punto de partida para próximas investigaciones que intenten establecer en nivel de activación de cada músculo abdominal durante la ejecución de diferentes ejercicios. Serían necesarios estudios con un número más amplio de sujetos

que abarcasen rangos más amplios de edades, así como comparaciones entre población sana y población con patología, para comprobar si existen diferencias en la activación muscular.

7. CONCLUSIÓN

Los hallazgos de este estudio mostraron que para el ejercicio Contracción Base hubo una mayor activación de los músculos TrA y OI, seguidos de OE y RA. Además, este ejercicio fue uno de los que más activación consiguió para el transverso del abdomen.

En cuanto al Crunch, consiguió una buena activación de RA, OI y TrA, sin embargo, mostró inhibición en la musculatura OE

El Crunch Homolateral, de forma similar al ejercicio anterior, mostró un engrosamiento de RA, OI y TrA y una inhibición de OE. Además, este ejercicio fue uno de los que consiguió mayor activación de TrA y fue el que más activación mostró en RA y en OI.

El Crunch Contralateral alcanzó una buena activación de RA, OI y TrA. Sin embargo, no consiguió a penas activar OE, al contrario de lo que se hipotetizaba, por lo que sugerimos más investigación para comprobar si realmente este ejercicio activa tanto la musculatura OE como se cree.

El ejercicio de Plancha indicó una activación de la musculatura OE, RA, OI y TrA de más a menos, respectivamente.

Por último, el ejercicio de Perro-Pájaro consiguió una activación de toda la musculatura abdominal, fue el ejercicio que más activó el TrA, como se hipotetizaba, y uno de los que más actividad consiguió del OE.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Draghi F, Cocco G, Richelmi FM, Schiavone C. Abdominal wall sonography: a pictorial review. J Ultrasound [Internet]. 1 de septiembre de 2020 [citado 14 de diciembre de 2021];23(3):265. Disponible en: /pmc/articles/PMC7441131/
2. Grevious MA, Cohen M, Shah SR, Rodriguez P. Structural and functional anatomy of the abdominal wall. Clin Plast Surg [Internet]. abril de 2006 [citado 18 de diciembre de 2021];33(2):169-79. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16638461/>
3. Kwon JW, Park SY, Baek KH, Youk K, Oh S. Breathing Exercise Called the Maximal Abdominal Contraction Maneuver. Medicina (Kaunas) [Internet]. 1 de febrero de 2021 [citado 24 de noviembre de 2021];57(2):1-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33540623/>
4. Brown SHM, McGill SM. An ultrasound investigation into the morphology of the human abdominal wall uncovers complex deformation patterns during contraction. Eur J Appl Physiol [Internet]. 2008 [citado 10 de diciembre de 2021];104(6):1021-30. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18726611/>
5. Brown SHM, McGill SM. A comparison of ultrasound and electromyography measures of force and activation to examine the mechanics of abdominal wall contraction. Clin Biomech [Internet]. 2010;25(2):115-23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.10.001>
6. Crommert ME, Bjerkefors A, Tarassova O, Ekblom MM. Abdominal Muscle Activation During Common Modifications of the Trunk Curl-up Exercise. J strength Cond Res. 2021;35(2):428-35.
7. Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Core Muscle Activity During Physical Fitness Exercises: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2 de junio de 2020 [citado 1 de diciembre de 2021];17(12):1-42. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32560185/>

8. Oh YJ, Park SH, Lee MM. Comparison of Effects of Abdominal Draw-In Lumbar Stabilization Exercises with and without Respiratory Resistance on Women with Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit* [Internet]. 17 de marzo de 2020 [citado 13 de abril de 2022];26. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32182226/>
9. Kuo YL, Kao CY, Tsai YJ. Abdominal Expansion versus Abdominal Drawing-In Strategy on Thickness and Electromyography of Lumbar Stabilizers in People with Nonspecific Low Back Pain: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 1 de mayo de 2021 [citado 20 de abril de 2022];18(9). Disponible en: </pmc/articles/PMC8122920/>
10. Narouei S, Barati A hossein, Akuzawa H, Talebian S, Ghiasi F, Akbari A, et al. Effects of core stabilization exercises on thickness and activity of trunk and hip muscles in subjects with nonspecific chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 1 de octubre de 2020 [citado 25 de abril de 2022];24(4):138-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.026>
11. Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, Boucaut R. Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 22 de abril de 2022];22(1). Disponible en: </pmc/articles/PMC8630919/>
12. Prentice CLS, Milanese S, Massy-Westropp N, Maranna S. The reliability of rehabilitative ultrasound to measure lateral abdominal muscle thickness: A systematic review and meta-analysis. *Musculoskelet Sci Pract* [Internet]. 2021;53(February):102357. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2021.102357>
13. Shinkle J, Nesser TW, Demchak TJ, McMannus DM. Effect of core strength on the measure of power in the extremities. *J Strength Cond Res* [Internet]. febrero de 2012 [citado 18 de diciembre de

- 2021];26(2):373-80. Disponible en: https://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2012/02000/Effect_of_Core_Strength_on_the_Measure_of_Power_in.8.aspx
14. Wijntjes J, van Alfen N. Muscle ultrasound: Present state and future opportunities. *Muscle Nerve* [Internet]. 1 de abril de 2021 [citado 14 de diciembre de 2021];63(4):455. Disponible en: [/pmc/articles/PMC8048972/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/338048972/)
 15. Mah JK, Van Alfen N. Neuromuscular Ultrasound: Clinical Applications and Diagnostic Values. *Can J Neurol Sci* [Internet]. 1 de noviembre de 2018 [citado 14 de diciembre de 2021];45(6):605-19. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/canadian-journal-of-neurological-sciences/article/neuromuscular-ultrasound-clinical-applications-and-diagnostic-values/CF88B8D1622BC1D6347F54C9E2F51496>
 16. Albayda J, van Alfen N. Diagnostic Value of Muscle Ultrasound for Myopathies and Myositis. *Curr Rheumatol Rep* [Internet]. 1 de noviembre de 2020 [citado 14 de diciembre de 2021];22(11). Disponible en: [/pmc/articles/PMC7522112/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/338752212/)
 17. Zamani H, Dadgou M, Akbari M, Sarrafzadeh J, Pourahmadi M. Intra-examiner and inter-examiner reliability of rehabilitative ultrasound imaging for lumbar multifidus and anterolateral abdominal muscles in females with recurrent low back pain: an observational, cross-sectional study. *J Ultrason* [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 20 de abril de 2022];21(87):e286. Disponible en: [/pmc/articles/PMC8678713/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/338678713/)
 18. Pirouzi S, Emami F, Taghizadeh S, Ghanbari A. Is Abdominal Muscle Activity Different from Lumbar Muscle Activity during Four-Point Kneeling? *Iran J Med Sci* [Internet]. 2013 [citado 18 de diciembre de 2021];38(4):327. Disponible en: [/pmc/articles/PMC3838985/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33838985/)
 19. Oliveira L, Ae PC, Ae CGM, Latimer J, Paul AE, Ae WH, et al. An investigation of the reproducibility of ultrasound measures of abdominal muscle activation in patients with chronic non-specific low

back pain.

20. Valentín-Mazarracín I, Nogaledo-Martín M, López-De-uralde-villanueva I, Fernández-De-las-peñas C, Stokes M, Arias-Buría JL, et al. Reproducibility and Concurrent Validity of Manual Palpation with Rehabilitative Ultrasound Imaging for Assessing Deep Abdominal Muscle Activity: Analysis with Preferential Ratios. *Diagnostics* [Internet]. 1 de febrero de 2021 [citado 30 de noviembre de 2021];11(2). Disponible en: [/pmc/articles/PMC7918832/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32718832/)
21. Lee DH, Hong SK, Lee YS, Kim CH, Hwang JM, Lee Z, et al. Is abdominal hollowing exercise using real-time ultrasound imaging feedback helpful for selective strengthening of the transversus abdominis muscle?: A prospective, randomized, parallel-group, comparative study. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 1 de julio de 2018 [citado 10 de diciembre de 2021];97(27). Disponible en: [/pmc/articles/PMC6076057/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30076057/)
22. Tahan N, Rasouli O, Arab AM, Khademi K, Samani EN. Reliability of the ultrasound measurements of abdominal muscles activity when activated with and without pelvic floor muscles contraction. *J Back Musculoskelet Rehabil* [Internet]. 2014 [citado 31 de marzo de 2022];27(3):339-47. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24361824/>
23. Nagel EM, Hickey M, Teigen LM, Kuchnia A, Schifsky H, Holm T, et al. Ultrasound measurements of abdominal muscle thickness are associated with postmenstrual age at full oral feedings in preterm infants: A preliminary study. *Nutr Clin Pract* [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 19 de diciembre de 2021];36(6):1207. Disponible en: [/pmc/articles/PMC8651832/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/351832/)
24. Tahan N, Rasouli O, Arab AM, Khademi K, Samani EN. Reliability of the ultrasound measurements of abdominal muscles activity when activated with and without pelvic floor muscles contraction. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(3):339-47.
25. Park SY, Oh S, Baek KH, Bae SS, Kwon JW. Comparison of Abdominal

- Muscle Thickness between the Abdominal Draw-in Maneuver and Maximum Abdominal Contraction Maneuver. Healthcare [Internet]. 1 de febrero de 2022 [citado 20 de abril de 2022];10(2). Disponible en: </pmc/articles/PMC8872615/>
26. Shamsi MB, Sarrafzadeh J, Jamshidi A, Zarabi V, Pourahmadi MR. The effect of core stability and general exercise on abdominal muscle thickness in non-specific chronic low back pain using ultrasound imaging. *Physiother Theory Pract*. 2016;32(4):277-83.
 27. Lee K. The Relationship of Trunk Muscle Activation and Core Stability: A Biomechanical Analysis of Pilates-Based Stabilization Exercise. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 1 de diciembre de 2021 [citado 28 de abril de 2022];18(23). Disponible en: </pmc/articles/PMC8657451/>
 28. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health* [Internet]. noviembre de 2013 [citado 11 de mayo de 2022];5(6):514. Disponible en: </pmc/articles/PMC3806175/>
 29. Nakai Y, Kawada M, Miyazaki T, Araki S, Takeshita Y, Kiyama R. A self-oblique exercise that activates the coordinated activity of abdominal and hip muscles—A pilot study. *PLoS One* [Internet]. 1 de agosto de 2021 [citado 6 de mayo de 2022];16(8). Disponible en: </pmc/articles/PMC8360586/>
 30. Kim B, Yim J. Core Stability and Hip Exercises Improve Physical Function and Activity in Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Tohoku J Exp Med* [Internet]. 2020 [citado 3 de mayo de 2022];251(3):193-206. Disponible en: <http://clinicaltrials.gov>
 31. Rouviere HAD. Anatomía Humana Descriptiva, Topografica y Funcional. Vol. 53, *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2019. p. 1689-99.
 32. Valentin S, Licka TF. Spinal Motion and Muscle Activity during Active Trunk Movements – Comparing Sheep and Humans Adopting Upright

- and Quadrupedal Postures. PLoS One [Internet]. 7 de enero de 2016 [citado 28 de abril de 2022];11(1). Disponible en: [/pmc/articles/PMC4704739/](#)
33. Ekstrom RA, Donatelli RA, Carp KC. Electromyographic analysis of core trunk, hip, and thigh muscles during 9 rehabilitation exercises. J Orthop Sports Phys Ther [Internet]. 2007 [citado 11 de mayo de 2022];37(12):754-62. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18560185/>
34. Da Cuña-Carrera I, Alonso-calvete A, Soto-gonzález M, Lantarón-caeiro EM. How Do the Abdominal Muscles Change during Hypopressive Exercise? Medicina (B Aires) [Internet]. 1 de julio de 2021 [citado 6 de mayo de 2022];57(7). Disponible en: [/pmc/articles/PMC8305934/](#)

9. ANEXO I: Documento de consentimiento informado.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del PROYECTO: *Estudio descriptivo del patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de diferentes ejercicios dirigidos a la musculatura abdominal.*

Yo, (nombre y apellidos del participante)

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con:
 - Comprendo que mi participación es voluntaria.
 - Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - 1) cuando quiera
 - 2) sin tener que dar explicaciones
 - 3) sin que esto repercuta en mis cuidados médicos

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: ☐ sí ☐ no (marque lo que proceda)

He recibido una copia firmada de este Consentimiento Informado.

Firma del participante: Fecha:

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio al paciente mencionado

Firma del Investigador: Fecha:

10. ANEXO II: Hoja de información al paciente.

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

Título de la investigación: ``Estudio descriptivo del patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de diferentes ejercicios dirigidos a la musculatura abdominal. Estudio piloto``.

Autora del TFG: María Cuiral Valenzuela
mariacuiralv@gmail.com

Tfno: 633035604 **mail:**

Director/Tutor del TFG: Miguel Malo Urriés

Centro: Facultad de Ciencias de la Salud

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en la Facultad de Ciencias de la Salud. Su participación es absolutamente voluntaria, en ningún caso debe sentirse obligado a participar, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque cumple los criterios de inclusión del estudio, siendo usted una persona de entre 18 y 25 años, con la capacidad de realizar los ejercicios propuestos y habiendo leído la hoja de información y completado el consentimiento informado.

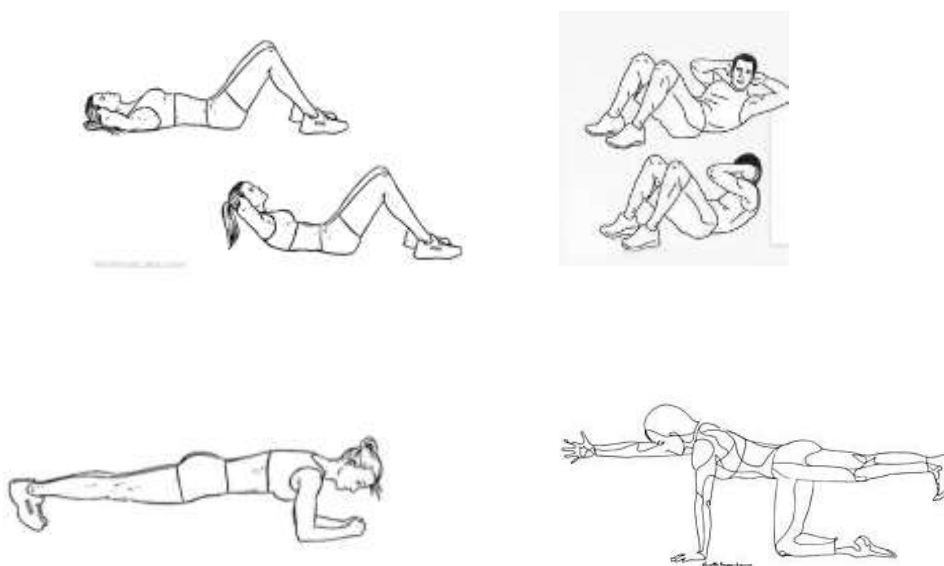
En total en el estudio participarán 30 sujetos de estas características.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo del estudio es comprobar la diferencia en la activación de los diferentes músculos abdominales, dependiendo del ejercicio que se realice. Para ello se utilizará un dispositivo de ecografía.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

El grupo de personas que decida participar en el estudio será evaluado inicialmente para comprobar que cumplen los criterios de selección descritos. Además, se completará una historia clínica personal de cada paciente previa a la exploración propia del estudio. Esta historia clínica recoge únicamente datos personales de cada paciente (edad, sexo, peso y altura). La evaluación a cada sujeto consistirá en una única sesión, en la que se solicitará la realización de los diferentes ejercicios propuestos mientras se realiza la medición ecográfica. La duración total estimada del estudio es de 15 minutos. A continuación, mostramos una imagen de los diferentes ejercicios a realizar por cada sujeto:



5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

El uso del ecógrafo no supone ningún tipo de riesgo para el sujeto ya que es una técnica completamente inocua, ya que únicamente se pretende comprobar, mediante las imágenes que el ecógrafo proyecta, el grosor de la musculatura durante la realización de diferentes ejercicios.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no es probable que obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: Universidad de Zaragoza.

Responsable interno del tratamiento: D. Miguel Malo Urriés.

Encargada interna del tratamiento: Dña. María Cuiral Valenzuela.

Finalidad: Sus datos personales serán tratados exclusivamente para el trabajo de investigación a los que hace referencia este documento.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Duración: Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recabaron y para las posibles revisiones o determinación de responsabilidades. Los resultados objeto de explotación, completamente anonimizados y sin datos personales, podrán ser conservados para su posible reutilización en otros trabajos de investigación.

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD 2016/679) ante el investigador, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (dpd@unizar.es) o, en reclamación, a la Agencia Española de Protección de Datos (www.aepd.es).

La Universidad de Zaragoza cuenta con una página donde ofrece amplia información respecto de este tratamiento y de su política de protección de datos, así como formularios para el ejercicio de sus derechos: <http://protecciondatos.unizar.es/>

El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

A partir de los resultados del trabajo de investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

8. ¿Se me informará de los resultados del estudio?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

En ocasiones al realizar un proyecto de investigación se encuentran hallazgos inesperados que pueden ser relevantes para la salud del participante. En el caso de que esto ocurra nos pondremos en contacto con usted para que pueda acudir a su médico habitual.

¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio. En caso de que decida retirarse del estudio puede solicitar la destrucción de los datos, muestras u otra información recogida sobre usted.

¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta y le reiteramos nuestro agradecimiento por contribuir a generar conocimiento científico.

11. ANEXO III: Aprobación CEICA.



Informe Dictamen Favorable Trabajos académicos

C.I. PI21/519

3 de mayo de 2022

Dña. María González Hínjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 03/05/2022, Acta Nº 09/2022 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

Título: Estudio descriptivo del patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de diferentes ejercicios dirigidos a la musculatura abdominal. Estudio piloto

Alumna: María Cuiral Valenzuela

Tutor: Miguel Malo Urriés

Versión protocolo: Versión 1.2, 20/01/2022

Versión documento de información y consentimiento: Versión 1.2, de 20/01/22

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, la obtención de los permisos para el uso de datos retrospectivos sin consentimiento y el adecuado tratamiento de los datos, en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

Lo que firmo en Zaragoza

GONZALEZ
HINJOS MARIA -
DNI 03857456B

Firmado digitalmente
por GONZALEZ HINJOS
MARIA - DNI
03857456B
Fecha: 2022.05.10
15:27:35 +02'00'

María González Hínjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

12. ANEXO IV: Declaración responsable de uso de datos pseudonimizados.

DECLARACIÓN RESPONSABLE DE USO DE DATOS PSEUDONIMIZADOS

El abajo firmante, D. María Cuiral Valenzuela, con DNI 21746244C como investigador principal del estudio `` *Estudio descriptivo del patrón de activación de la musculatura abdominal durante la realización de diferentes ejercicios dirigidos a la musculatura abdominal. Estudio piloto*´´, declara que, para la realización de este estudio, se le han facilitado datos pseudonimizados y garantiza que:

- no tiene acceso a la identidad de los datos ni va a realizar ninguna actividad que derive en la reidentificación de los datos
- los datos se utilizarán únicamente como se describe en el protocolo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación correspondiente
- los datos no se cederán a terceros ni se combinarán con datos procedentes de otras fuentes
- se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar la reidentificación y el acceso de terceros no autorizados
- se destruirá el conjunto de datos y cualquier dato o variable derivado de él al final del período de investigación
- no se divulgará o publicará ninguna información o resultado que identifique cualquier registro individual o que pueda conducir a la identificación de cualquier registro individual

Fecha: 20/01/2022

Firma: María Cuiral Valenzuela

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'María Cuiral Valenzuela', written in a cursive style.

Investigador del estudio

